

⑬ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Patentschrift  
⑩ DE 195 25 926 C 1

⑮ Int. Cl.<sup>8</sup>:  
**A61M 1/00**  
F 04 C 5/00  
G 01 F 1/34  
F 04 B 43/12

⑲ Aktenzeichen: 195 25 926.2-35  
⑳ Anmeldetag: 4. 7. 95  
㉑ Offenlegungstag: —  
㉒ Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 14. 11. 95

DE 195 25 926 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

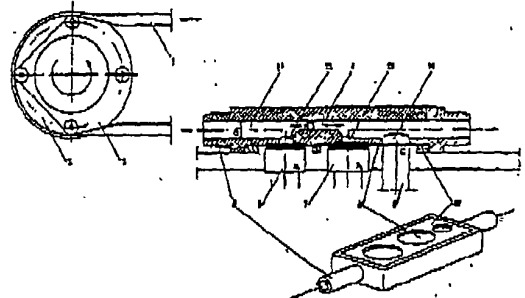
⑦③ Patentinhaber:  
Korejwo, Richard, Dipl.-Ing., 13465 Berlin, DE  
⑦④ Vertreter:  
PFENNING MEINIG & PARTNER, 10707 Berlin

⑦② Erfinder:  
Korejwo, Richard, Dipl.-Ing., 13465 Berlin, DE; Glyn,  
Andrzej, Prof. Dr.hab.Inz., Danzig/Gdansk, PL

⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht gezogene Druckschriften:  
DE 38 05 388 C1  
TRÄNKLER, Hans-Rolf: Taschenbuch der  
Meßtechnik mit Schwerpunkt Sensortechnik, 2.  
Aufl., München, Wien: Oldenbourg, 1990, S. 209-212  
-ISBN 3-488-21809-0;

⑤④ Peristaltikpumpe, insbesondere für medizinische Zwecke und Anwendung derselben bei einer Vorrichtung zur Perfusion von Körperhöhlen

⑤⑦ Es wird eine Peristaltikpumpe, insbesondere für medizinische Zwecke, mit einer über ein Rollenrad geführten Schlauchleitung, einer Vorrichtung zur Messung des Drucks und des Volumens des geförderten Fluids sowie einer Auswerte- und Steuervorrichtung zur Steuerung der Förder-eigenschaften der Pumpe abhängig vom gemessenen Druck vorgeschlagen. In der Schlauchleitung (1) ist ein Meßgehäuse (5) dem Rollenrad (3) nachgeschaltet, das eine den Strömungsquerschnitt des Fluids verringernde Meßdüse (4) aufweist. Jeweils vor und an bzw. nach der Meßdüse (4) ist mindestens ein Drucksensor (8, 7) vorgesehen, die mit der Auswertevorrichtung verbunden sind. Diese bestimmt aus der Druckdifferenz unter Berücksichtigung der Abmessungen des Strömungskanals das Volumen. Weiterhin wird eine Vorrichtung zur Perfusion von Körperhöhlen beschrieben, bei der die Peristaltikpumpe verwendet wird.



DE 195 25 926 C 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Peristaltikpumpe, insbesondere für medizinische Zwecke und eine Vorrichtung zur Perfusion von Körperhöhlen unter Verwendung der Peristaltikpumpe nach dem Oberbegriff des Hauptanspruchs und des nebengeordneten Anspruchs.

Es sind Peristaltikpumpen bekannt, wie sie beispielsweise bei einer Vorrichtung zur Perfusion von Körperhöhlen nach der DE-PS 38 05 368 offenbart sind. Bei dieser Vorrichtung wird die Förderleistung der Peristaltikpumpe geregelt, und zwar abhängig von dem Druck in der Körperhöhle und einem vorgegebenen Sollwert des Drucks. Dabei wird der Druck in der Körperhöhle unter Verwendung des über die Pumpe zugeführten Volumenstroms bestimmt. Zur Bestimmung des Volumenstroms ist ein Gewichtssensor an dem mit der Schlauchleitung verbundenen Vorratsbehälter für die zuzuführende Flüssigkeit angebracht, der mit einer Auswertelektronik verbunden ist. Als andere Möglichkeit zur Messung des Volumenstroms wird ein Drehzahlsensor an der Pumpe vorgeschlagen, der gleichfalls mit der Auswertelektronik verbunden ist und über den bei Kenntnis des Fördervolumens einer Umdrehung der gesamte Volumenstrom bestimmt werden kann.

Das in dem Stand der Technik offenbarte Verfahren zur Bestimmung des Volumenstroms ist mit Ungenauigkeiten verbunden, so daß das von der Peristaltikpumpe geförderte Volumen nur angenähert vorgegeben werden kann.

Durchflußmessungen nach dem Wirkdruckverfahren sind allgemein bekannt (TRÄNKLER, H.-R., Taschenbuch der Meßtechnik mit Schwerpunkt Sensortechnik, R. Oldenbourg Verlag GmbH, München, 1990). Dabei wird in einer horizontalen Rohrleitung eine Blende bzw. eine Drosselstelle vorgesehen, wobei vor und hinter der Drosselstelle die Summe aus statischer Druckenergie und kinetischer Energie konstant bleibt. Auch ist der Durchfluß als Produkt von Querschnittsfläche und Geschwindigkeit vor und an der Drosselstelle gleich groß. Bei Messung der statischen Drücke und bekannten Rohrabmessungen kann zum Beispiel der Durchfluß bestimmt werden.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Peristaltikpumpe mit einer Druck- und Volumenmeßeinrichtung, insbesondere für medizinische Zwecke, wie in der Hysteroskopie, Arthroskopie und Urethroskopie zu schaffen, mit der es möglich ist, das Fördervolumen der Pumpe genau zu bestimmen.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die kennzeichnenden Merkmale des Hauptanspruchs in Verbindung mit den Merkmalen des Oberbegriffs gelöst.

Dadurch, daß in die Schlauchleitung nach der Pumpe eine Meßvorrichtung eingesetzt ist, die eine den Strömungskanal verengende Meßdüse aufweist, wobei vor und an bzw. nach der Meßdüse jeweils ein Drucksensor den Druck des strömenden Fluids erfaßt, ist es möglich, über die Druckdifferenz und die vorgegebenen Abmessungen das Volumen des durchströmenden Fluids zu bestimmen.

Durch die in den Unteransprüchen angegebenen Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen möglich. Besonders vorteilhaft ist, daß die Meßvorrichtung in einfacher Weise blockmäßig aufgebaut ist, so daß sie ohne viel Aufwand lediglich unter Entfernung von der Halterung sterilisiert werden kann.

Ein weiterer Vorteil liegt darin, daß ein Sensor zur

Erfassung von Luftblasen in der Schlauchleitung vorgesehen ist, über den bei Auftreten von Luftblasen ein Warnsignal abgegeben werden kann.

Besonders vorteilhaft ist die Verwendung der Peristaltikpumpe bei einer Vorrichtung zur Perfusion von Körperhöhlen, da eine genaue Überprüfung der Flüssigkeitsbilanz hinsichtlich der in die Körperhöhle eingeführten Flüssigkeit und der aus der Körperhöhle ausströmenden Flüssigkeit erzielt werden kann. Somit kann die Flüssigkeit überprüft werden, die von dem Patienten aufgenommen wird, wodurch die Sicherheit des Patienten gewährleistet wird.

Durch die in den weiteren Unteransprüchen angegebenen Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen möglich.

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert.

Es zeigen:

Fig. 1 ein Funktionsschema der Meßvorrichtung zur Messung von Druck, Volumen und Indikation von Luftblasen in der Schlauchleitung der erfindungsgemäßen Peristaltikpumpe,

Fig. 2 das bei der Meßvorrichtung zur Messung von Druck, Volumen und Luftblasen verwendete Meßgehäuse in perspektivischer auseinandergezogener Ansicht und in der Seitenansicht,

Fig. 3 eine Darstellung einer Vorrichtung zur Perfusion von Körperhöhlen, und

Fig. 4 ein Signaldiagramm der Flüssigkeitspumpe nach Fig. 3.

In Fig. 1 ist mit 1 ein Pumpenschlauch einer Peristaltikpumpe bezeichnet, der unter Bildung von im Ausführungsbeispiel zwei Schlauchkammern 2 um ein Rollenrad 3 der Peristaltikpumpe geführt ist. Aufgrund der Ausbildung der Schlauchkammern 2 weist die Förderung der Flüssigkeit in dem Pumpenschlauch eine Impulscharakteristik auf.

Der Pumpenschlauch ist hinter der Pumpe an ein Gehäuse 5 einer Meßvorrichtung angeschlossen, das, wie aus der perspektivischen Darstellung nach Fig. 1 zu erkennen ist, blockartig ausgebildet ist. Das Gehäuse 5 weist einen Strömungskanal 11 mit einem Durchmesser von D1 auf. In dem Strömungskanal 11 ist mit veringertem Durchmesser D2 eine Meßdüse angeordnet. Wie auch in Fig. 2 dargestellt ist, ist vor der Meßdüse und hinter der Meßdüse jeweils eine Öffnung 12, 13 vorgesehen, die senkrecht bzw. quer zum Strömungskanal 11 liegen mit dem Außenraum. In dem Block, der zum Beispiel aus Kunststoff oder Metall bestehen kann, des Gehäuses 5 ist hinter den Öffnungen 12, 13 eine weitere Öffnung 14 quer zum Strömungskanal 11 angeordnet. Die Fläche mit den Öffnungen 12 bis 14, die vorzugsweise rechteckförmig ausgebildet ist, weist eine Vertiefung auf, in die eine Siliconmembrane 8 eingesetzt ist. Die Siliconmembrane 8 wird durch eine Anpreßplatte 9 festgelegt, die einerseits formschlüssig in das Gehäuse 5 eingreift und andererseits durch ein Klemmstück 15 festgelegt ist. Die Anpreßplatte 10 weist den Öffnungen 12 bis 14 entsprechende Durchgangslöcher 16, 17, 18 auf, in die jeweils ein Drucksensor 6, 7 und ein Kapazitätssensor 9 eingesetzt sind. In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel sind die Sensoren 6, 7 und 8 direkt am Gehäuse der Pumpe befestigt und führen mit ihren Anschlüssen zu der innerhalb des Gehäuses der Pumpe liegenden Auswerte- und Steuereinheit. Die Meßvorrichtung wird über eine Halterung derart an der Pumpe befestigt, daß die Sensoren in die Durchgangslöcher 16

bis 18 eingreifen. Die Siliconmembran 8 erlaubt die Übertragung des Drucks im Strömungskanal 11 auf die Sensoren 6, 7.

Die Materialien des Gehäuses 5 sind so gewählt, daß nach einer Benutzung der Meßvorrichtung die auseinandergenommenen Teile entsprechend Fig. 2 sterilisiert werden können, so daß sie mehrfach verwendet werden kann. Wenn nötig und gewünscht, könnte die Meßvorrichtung auch als Einmalprodukt ausgebildet werden, wodurch eine Sterilisierbarkeit entfällt.

Die Druckaufnehmer 6 und 7 und der Kapazitätssensor 9 sind mit einer in Fig. 1 nicht dargestellten Auswerte- und Steuereinheit für die Peristaltikpumpe verbunden, die die Drücke P1 und P2 vor und nach der Meßdüse 4 erfaßt und auswertet. Eine Umdrehung des Rollens 3 liefert vier Druckimpulse, wobei durch die jeweils von dem Druckverlauf P1 und P2 eingeschlossene Fläche das Fördervolumen bestimmt wird. Das bedeutet, daß die Auswerte- und Steuereinheit kontinuierlich die Druckdifferenz feststellt und unter Berücksichtigung der Abmessungen des Strömungskanals 11 und der Meßdüse 4 das Volumen nach der Bernoullischen Gleichung berechnet. Selbstverständlich können weitere Korrekturfaktoren vorgesehen werden, wie die Elastizität des Schlauches und das Änderungsverhalten in Abhängigkeit vom Druck.

Der Kapazitätssensor 9 erfaßt die Kapazitätsänderung der strömenden Flüssigkeit und damit das Vorhandensein von Luftblasen. Bei Kapazitätsänderung, d. h. bei Erfassung von Luftblasen, liefert die Auswerte- und Steuereinheit ein Warnsignal, so daß gegebenenfalls die Pumpe angehalten werden kann.

In Fig. 3 und 4 ist eine Flüssigkeitspumpe für die Hysteroskopie dargestellt, wobei die von der Pumpe geförderte Flüssigkeit als Distensionsmedium eingesetzt wird. Kernstück der Gesamtanlage ist die Peristaltikpumpe 20 mit dem Rollenrad 3, über das der Pumpenschlauch 1 geführt ist. Die in Fig. 1 und 2 dargestellte Meßvorrichtung 21 zur Erfassung des Volumens, des Drucks und von Luftblasen ist mit einer Klippvorrichtung 22 an dem Gehäuse der Peristaltikpumpe 20 befestigt.

Die Peristaltikpumpe 20 umfaßt die Steuer- und Auswertevorrichtung, wobei an dem Bodenblech des Pumpengehäuses ein Drucker 23 angehängt werden kann, der die gesamte Dokumentation mit allen Soll- und Istwerten in numerischer Form und in Kurven darstellen kann. Auch kann das Auftreten von Warnsignalen registriert werden. Selbstverständlich enthält die Peristaltikpumpe auch die notwendigen Bedienelemente 24 und eine entsprechende Anzeige 25 für Druck, Volumen, Zeit und dergleichen sowie für Warnsignale, wie Überdruck, Vorhandensein von Luftblasen usw. Alle Parameter können auch auf einem Monitor 26 angezeigt werden. Die nicht dargestellte Auswerte- und Steuereinheit der Pumpe 20 kann mit einer Fernbedienung 27 versehen sein.

Die Schlauchleitung der Peristaltikpumpe ist mit einem Vorratsbehälter 28 für die Flüssigkeit verbunden und führt über die Pumpe 20 zu einem medizinischen Gerät 29, das in die Körperhöhle, hier die Gebärmutterhöhle, eingeführt wird. Das medizinische Instrument ist mit einem Einfüllungskanal und einem Ausströmkanal versehen, wobei der Ausströmkanal mit einem Ablaufschlauch 30 verbunden ist, der über eine automatische Klemmvorrichtung 31 in einen Sammelbehälter 32 führt. Klemmvorrichtung 31 und Sammelbehälter 32 sind an einem Stativ 33 befestigt bzw. werden von die-

sem getragen.

In Fig. 4 ist das Signaldiagramm der in Fig. 3 gezeigten Vorrichtung dargestellt, wobei die Volumenbilanz während der Operation eine wesentliche Rolle spielt, da der Kreislauf des Menschen nur eine begrenzte Flüssigkeitsmenge aufnehmen kann. In dem Signaldiagramm ist mit  $Q_1$  das Volumen des Vorratsbehälters, mit  $Q_p$  das von dem Kreislauf der Patienten aufgenommene Flüssigkeitsvolumen, mit  $Q_2$  das durch den Zervikalkanal ausfließende Flüssigkeitsvolumen und mit  $Q_3$  das in dem Sammelbehälter mit einem Volumen von  $Q_{\max}$  gesammelte Volumen bezeichnet sind. Das von dem Körper aufgenommene Volumen  $Q_p$  bestimmt sich aus der Differenz des Volumens  $Q_1$  des Vorratsbehälters 28 und der Summe aus den gesammelten Volumina  $Q_2$  und  $Q_3$ , wobei eine gewisse Sicherheit vorhanden ist, da das sich in der Schlauchleitung 1, 30 befindende Volumen nicht mit eingerechnet wird. Die aus dem Zervikalkanal ausfließende Flüssigkeitsmenge wird entweder von dem Operateur geschätzt oder wird über eine Auffangschürze 34 und eine Verbindungsleitung dem Sammelbehälter 32 zugeführt. Die Flüssigkeitsmenge in dem Sammelbehälter 32 wird über einen in einer Pumpe 37 vorgesehenen Drucksensor gemessen, wobei die Pumpe 37 zur Verbesserung des Drucksignals über ein Steigrohr 38, das von der Pumpe in den Sammelbehälter 32 geführt ist, Luftblasen einführt. Der dazu benötigte Druck wird bei festgelegter Geometrie des Behälters als Maß für die Flüssigkeitsmenge  $Q_3$  genommen. Die Signale von der Meßvorrichtung 21 bezüglich des Drucks P1, P2 und der Luftblasen sowie die die Flüssigkeitsmengen angegebenden Signale werden der Auswerte- und Steuereinheit 39 zugeführt, die unter anderem das Differenzvolumen  $Q_p$ , das Maximalvolumen des Sammelbehälters  $Q_{\max}$ , den Istdruck und das Vorhandensein von Luftblasen als Signale beispielsweise an den Monitor 26 abgibt.

Die Funktionsweise der in Fig. 3 und 4 dargestellten Vorrichtung ist wie folgt. Der Operateur kann beispielsweise über die Fernbedienung 27 seinen gewünschten Differenzvolumenwert einstellen. Nach Start der Pumpe kann gleichfalls mit der Tastatur der Fernbedienung der gewünschte Solldruck der Körperhöhle eingestellt werden. Mit dem Starten der Pumpe beginnt der Füllungsprozeß der Körperhöhle, bis der Istdruck mit dem Solldruck übereinstimmt. Der Istdruck wird dabei mit der Meßvorrichtung 21 gemessen, wobei die Schlauchleitung bis zur Körperhöhle durch Korrektur des gemessenen Wertes berücksichtigt wird. Während der Arbeit werden alle Parameter am Monitor 26 simultan angezeigt. Weiterhin wird mit der Meßvorrichtung 21 der Verbrauch der Flüssigkeit bestimmt. Das Auftreten von Luftblasen im Schlauchsystem, die mit dem Sensor 9 der Meßvorrichtung erfaßt werden, werden dem Operateur signalisiert, der bestimmen kann, ob die Pumpe zu stoppen ist. Bei größerem Flüssigkeitsverbrauch ist es nötig, den Sammelbehälter 32 zu entleeren. Ist der Sammelbehälter 32 voll, wird das  $Q_{\max}$ -Signal an die Auswerte- und Steuereinrichtung 39 gegeben, worauf die Klemmvorrichtung den Ablaufschlauch 30 schließt und die Pumpe 20 gestoppt wird. Der Behälter wird gewechselt, und sein neues Füllen wird automatisch zum letzten Wert addiert, so daß die Flüssigkeitsbilanz nicht beeinträchtigt wird. Nachdem der entleerte Behälter 32 erneut aufgestellt wird, kann die Klemmvorrichtung 31 durch Drücken eines Tasters gelöst werden.

Die erfindungsgemäße Pumpe wurde im beschriebenen Fall für die Hysteroskopie verwendet. Selbstverständlich kann sie für andere Anwendungsgebiete ein-

gesetzt werden, in denen eine Perfusion von Körperhöhlen notwendig ist.

#### Patentansprüche

1. Peristaltikpumpe, insbesondere für medizinische Zwecke, mit einer über ein Rollenrad geführten Schlauchleitung, einer Vorrichtung zur Messung des Drucks und des Volumens des geförderten Fluids sowie einer Auswert- und Steuervorrichtung zur Steuerung der Fördereigenschaften der Pumpe abhängig vom gemessenen Druck, dadurch gekennzeichnet, daß in der Schlauchleitung (1) ein Meßgehäuse (5) dem Rollenrad (3) nachgeschaltet ist, das eine den Strömungsquerschnitt des Fluids verringern- 10 de Meßdüse (4) aufweist, und daß mindestens ein vor und ein an bzw. nach der Meßdüse (4) angeordneter Drucksensor (6, 7) vorgesehen sind, die mit der Auswerteeinheit verbunden sind, wobei die Auswerteeinheit aus der Druckdifferenz das 20 Volumen bestimmt.
2. Peristaltikpumpe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Meßgehäuse als Block mit einem durch ihn hindurchgehenden Strömungskanal (11) mit Meßdüse (4) ausgebildet ist, wobei vor und nach der Meßdüse (4) senkrecht zum Strömungskanal angeordnete Öffnungen vorgesehen sind, daß die die Öffnungen (12, 13) aufweisende Fläche des Blocks mit einer Membran (3) abgedeckt ist, die von einer mit dem Block verbindbaren 30 Anpreßplatte (10) mit Durchgangslöchern (16, 17) gehalten wird, wobei in die Durchgangslöcher der Anpreßplatte (10) die Sensoren (6, 7) einsetzbar sind.
3. Peristaltikpumpe nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Meßgehäuse (5) eine weitere Öffnung (14) zum Strömungskanal (11) aufweist, in der ein Kapazitätssensor (9) zur Messung von Luftblasen angeordnet ist. 35
4. Peristaltikpumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Sensoren (6, 7, 8) an dem Gehäuse der Pumpe befestigt sind und daß das Meßgehäuse (5) über eine Halterung derart mit dem Gehäuse der Pumpe verbunden ist, daß die Sensoren (6, 7, 8) in die Durchgangslöcher (16, 17, 45 18) eingreifen und mit der Membran (8) in Wirkverbindung stehen.
5. Vorrichtung zur Perfusion von Körperhöhlen mit einer Peristaltikpumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 4, mit einem mit der Schlauchleitung vor der 50 Pumpe (20) verbundenen Vorratsbehälter (28) für das Fluid und einem mit der Schlauchleitung (1) nach der Pumpe verbundenen medizinischen Instrument (29) zur Zuführung des Fluids in die Körperhöhle sowie einem Ablaufschlauch (30), der mit dem medizinischen Instrument (29) verbunden ist und zu einem Sammelbehälter (32) führt, dadurch gekennzeichnet, daß das aus dem Vorratsbehälter (28) über die Pumpe (20) geförderte und der Körperhöhle zugeführte Fluidvolumen über die von 60 den Drucksensoren (6, 7) vorgegebene Druckdifferenz von der Auswerteeinheit bestimmt und daß in dem Sammelbehälter (32) gesammelte, aus der Körperhöhle abgeführte Fluidvolumen mittels eines den Füllstand im Sammelbehälter (32) messenden Sensors erfaßt wird und daß die Auswert- und Steuereinrichtung die Differenz zwischen zu- und abgeführtem Volumen bestimmt und auf einer An- 65

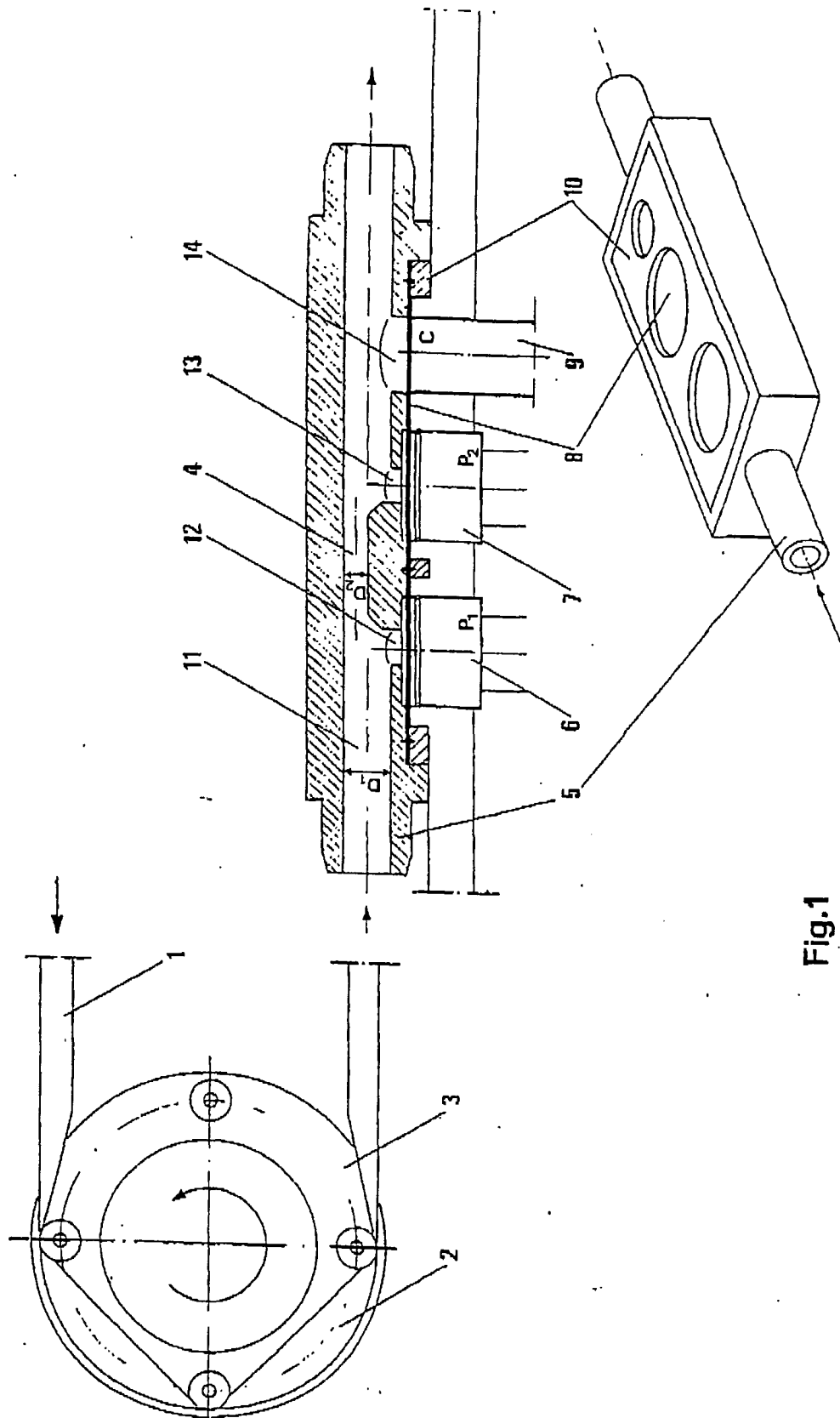
zeigevorrichtung (26) anzeigt.

6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß an dem Ablaufschlauch (30) eine Klemm- 65 vorrichtung (31) vorgesehen ist, die von der Auswert- und Steuereinrichtung angesteuert wird, wobei letztere ein Schließsignal liefert, wenn das Fluidvolumen in dem Sammelbehälter (32) einen vorbestimmten Wert überschreitet.

7. Vorrichtung nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Füllstand über einen Drucksensor gemessen wird.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß in den Sammelbehälter (32) ein mit einer Pumpe zur Einleitung von Gas verbundenes Steigrohr eingesetzt ist.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen



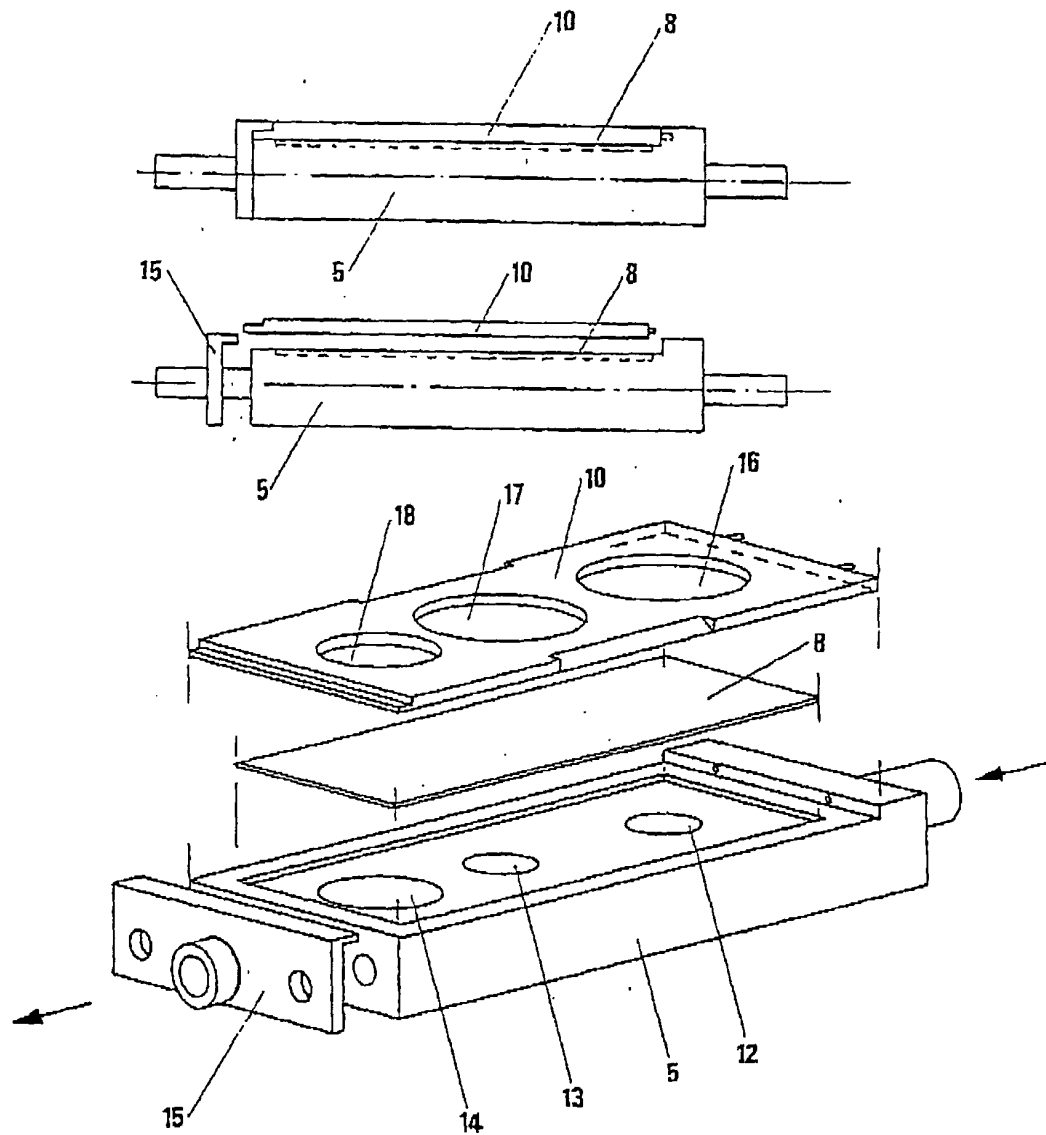


Fig.2

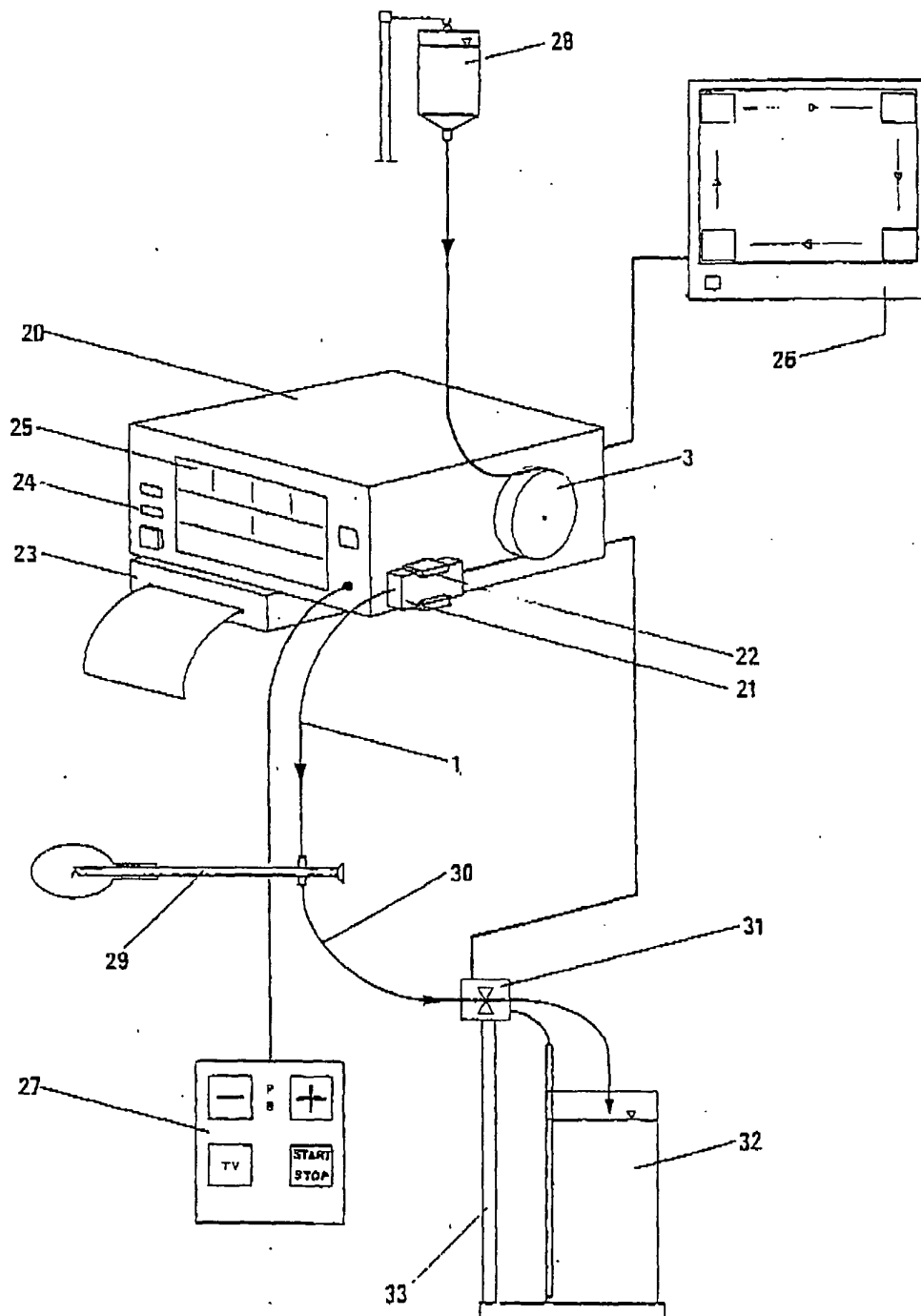


Fig.3

